

VŠB- Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Racionalizace kontroly břitových destiček

Rationalisation of Control of Cutting Inserts

Student:	Daniel Grygar GRY0055
Vedoucí práce:	Ing. Šárka Tichá, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student:

Daniel Grygar

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Racionalizace kontroly břitových destiček
Rationalisation of Control of Cutting Inserts

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rozbor požadavků na vyměnitelné břitové destičky z hlediska rozměrové a tvarové přesnosti.
2. Proved'te analýzu stávajícího stavu této kontroly s vymezením výhod a nevýhod.
3. Proved'te návrh racionalizace této kontroly.
4. Proved'te praktické ověření návrhu včetně statistického vyhodnocení naměřených dat.
5. Proved'te celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] CHRISTOPH, R.; NEUMANN, H. J. *Multisenzorová souřadnicová měřicí technika*. Uherské Hradiště: PRIMA Bilavčík, s.r.o., 2008. 106 s.
- [2] TICHÁ, Š. *Strojírenská metrologie – část 1*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 112 s. ISBN 80-248-0672-X.
- [3] Dokument EA4/02. *Vyjadřování nejistot měření při kalibraci*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 70 s.
- [4] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [5] Firemní a oborová literatura.

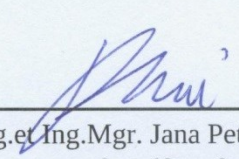
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Šárka Tichá, Ph.D.**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



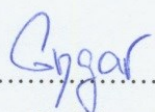

Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

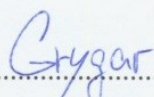
V Ostravě18.5. 2015.....

..........
Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 18.5.2015


.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce: **Daniel Grygar**

Adresa trvalého pobytu autora práce: **Na Vyhlídce 30 Šternberk 785 01**

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

GRYGAR, D. *Racionalizace kontroly břitových destiček : bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2015, 50s. Vedoucí práce: Tichá, Š.

Bakalářská práce se zabývá problematikou racionalizace procesu kontroly břitových destiček. Primárním cílem bakalářské práce je analyzovat stávající stav procesu kontroly a následně navrhnout racionalizaci tohoto procesu. Pro racionalizaci procesu kontroly, jsem vybral souřadnicový měřicí přístroj Werth Videocheck od Německé firmy Werth Messtechnik GmbH. Práce obsahuje nejprve teoretickou část, seznámení se s problematikou břitových destiček a se stávajícím stavem procesu kontroly. V druhé část práce se zabývám navrhovanou racionalizací a samotným praktickým měřením břitových destiček. Všechna naměřená data jsem následně statisticky vyhodnotil a vyvodil z nich závěry a možná zlepšení.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

GRYGAR, D. *Rationalisation of Control of Cutting Inserts : bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Working, Assembly and Engineering Metrology, 2015, Thesis head: Tichá, Š.

This bachelor's thesis deals with a phenomenon of rationalisation of the cutting inserts examination process. The primary goal was to analyse the contemporary state of the examination process and afterwards suggest a rationalisation of this process. For the rationalisation of the process of examination I chose a coordinate measuring machine Werth Videocheck made by German company Werth Messtechnik GmbH. The theoretical part provides a familiarisation with the phenomenon of cutting inserts and the process of their current examination. The second part deals with a suggested rationalisation and the practical measurement of cutting inserts itself. All the results of measuring are afterwards evaluated, and from them the conclusion and possible improvements are deduced.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod	9
1. Požadavky na vyměnitelné břitové destičky z hlediska rozměrové a tvarové přesnosti	11
1.1 Výroba vyměnitelných břitových destiček	11
1.1.1 Konečné úpravy vyměnitelných břitových destiček	12
1.2 Seznam značení břitových destiček	13
1.2.1 Tvar vyměnitelných břitových destiček	13
1.2.2 Úhel hřbetu VBD	15
1.2.3 Tolerance VBD	16
1.2.4 Typ (provedení) VBD	17
2. Analýza stávajícího stavu kontroly s vymezením výhod a nevýhod	18
2.1 Kontrola procesu výroby	18
2.1.1 Kontrola po lisování	18
2.1.2 Kontrola po slinování	19
2.1.3 Finální kontrola VBD	19
2.2 Měřidla používané při kontrole	20
2.2.1 Kontrola hmotnosti VBD	20
2.2.2 Kontrola tloušťky VBD	20
2.2.3 Kontrola průměru otvoru	21
2.2.4 Kontrola vepsané kružnice - Ic (inner circle)	21
3. Racionalizace kontroly	22
3.1 Multisenzorová technika	22
3.1.1 Bezdotykový snímací systém SMS	22
3.2 Měřicí přístroj Werth VideoCheck	23
3.2.1 Technická data stroje	23

4. Praktické ověření navrhované racionalizace	24
4.1 Měřená břitová destička	24
4.2 Naměřené hodnoty	26
4.2.1 Fotodokumentace postupu měření	31
4.3 Statistické vyhodnocení naměřených dat	32
4.3.1 Vyhodnocení naměřených hodnot I_c pro 10 VBD	34
4.3.2 Vyhodnocení naměřených hodnot I_c pro 30 VBD	37
5. Konečné zhodnocení	40
5.1 Časová náročnost měření na SMS	41
6. závěr	43
7. Seznam použité literatury	45
8. Seznam příloh	46

Seznam použitých značek a symbolů

Zkratka	Název
C_p, C_{pk}	Indexy způsobilosti procesu
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
I_c	Inner circle (vepsaná kružnice) [mm]
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
LSL	dolní toleranční mez [mm]
SK	Slinutý karbid
SPC	Statistická regulace procesu
T_h	Horní mezní úchylka [mm]
T_d	Dolní mezní úchylka [mm]
u_A	Standardní nejistota typu A [mm]
VBD	Vyměnitelná břitová destička
M	Výška špičky VBD [mm]
USL	horní toleranční mez [mm]
σ	směrodatná odchylka
μ	střední hodnota sledovaného znaku kvality

Úvod

Problematikou kontroly výrobků se zabývá mnoho odvětví strojího průmyslu. Tato kontrola je důležitá, jak z hlediska udržení stávající kvality výrobků, tak pro zlepšování výrobního procesu.

Svou bakalářskou práci jsem zpracovával ve společnosti Pramet Tools, s.r.o. Primární cílem firmy Pramet Tools, s.r.o., je vývoj, výroba a prodej obráběcích nástrojů, které jsou používány pro soustružení, frézování a vrtání.

Hlavní sídlo Firmy se nachází v Šumperku, kde navazuje na svou více než šedesátiletou tradici a kde také probíhá intenzivní výzkum a vývoj nových technologií. Aby byla udržena stávající kvalita, kterou firma zákazníkům garantuje, je potřeba tuto kvalitu neustále kontrolovat a hlídat. Firma Pramet Tools, s.r.o. nabízí profesionální zázemí a má k dispozici nejmodernější měřicí stroje. Díky tomu je zaručena precizní přesnost měření.

Pod vedením Paní Ing. Šárky Tiché Ph.D. a Ing. Davidem Kolaříkem, jsem zjišťovat stávající stav procesu kontroly vyměnitelných břitových destiček ve firmě Pramet Tools, s.r.o. Následně jsem navrhl racionalizaci této kontroly, a ověřil ji praktickým měřením. Veškerá data jsem statisticky zpracoval a vyhodnotil. Z naměřených dat jsem vyvodil závěry, zda je výrobní proces pod kontrolou a zda je navrhovaná racionalizace žádoucí.

Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je návrh racionalizace kontroly vybraných parametrů břitových destiček v podmínkách firmy Pramet Tools, s.r.o. Tohoto cíle bude dosaženo na základě splnění těchto úkolů.

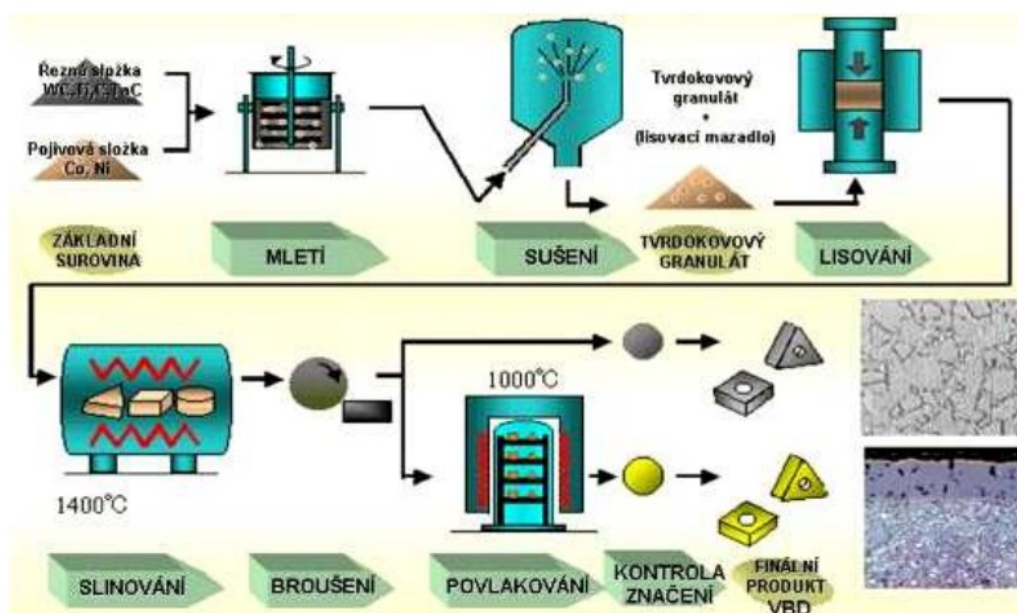
1. Rozbor požadavků na vyměnitelné břitové destičky z hlediska rozměrové přesnosti.
2. Analýza stávajícího stavu této kontroly s vymezením výhod a nevýhod.
3. Návrh racionalizace této kontroly.
4. Praktické ověření návrhu včetně statistického vyhodnocení naměřených dat.
5. Celkové zhodnocení.

1. Požadavky na vyměnitelné břitové destičky z hlediska rozměrové a tvarové přesnosti

Vyměnitelné břitové destičky ze slinutého karbidu pro soustružení, frézování a vrtání. Široká nabídka typorozměrů, utvářečů, materiálů a provedení (hrubovací, dokončovací). Vyměnitelné břitové destičky mají vysokou výkonnost a dlouhou životnost. [1]

1.1 Výroba vyměnitelných břitových destiček

Průběh výroby VBD ze slinutých karbidů schematicky znázorňuje obr. 1.1. Slinutý karbid se vyrábí pečlivě kontrolovanými technologiemi oboru nazývaného prášková metalurgie. Tyto technologie jsou výsledkem několik desetiletí trvajících vývoje. Podstata výroby spočívá ve slisování směsi prášku částic karbidů s práškem pojiva a následném slinování při teplotě blízké se nebo přesahující teplotu tavení pojiva. Tvrdost takto vzniklého materiálu se blíží tvrdosti karbidů, z nichž je vyroben, a navíc má značnou pevnost v tlaku a ohybu díky pojivu s vysokou smáčivostí v tekutém stavu, v němž jsou částice karbidů pevně zakotveny. [11]



Obr. 1.1 Schématický průřez výroby břitových destiček, ze slinutých karbidů [12]

Kvalita slinutého karbidu, potažmo výkonnost požadovaná při obrábění, je dána strukturou a složením. Tolerance obsahu jednotlivých složek směsi jsou velmi úzké a musí být neustále kontrolovány, aby výsledné vlastnosti slinutého karbidu byly reprodukovatelné. Hlavní fáze výroby slinutých karbidů jsou:

- výroba prášku,
- lisování polotovarů,
- slinování,
- konečná úprava. [11]

1.1.1 Konečné úpravy vyměnitelných břitových destiček

VBD mohou být podle způsobu své konečné aplikace broušené, nebo nebroušené. U některých VBD pro frézování mohou být velmi vysoké nároky na rovinnost dosedací plochy. Dále bývají často broušeny obvody a poloměry špičky, případné přechodové a hladící břity, čelní a hřbetní fazetky, tvarové profily (časté u závitovacích VBD) i utvářeče. U soustružnických VBD bývají zpravidla tvary utvářečů a fazetek finálně vytvořeny již při lisování v lisovacím nástroji.

K dalším finálním operacím při výrobě VBD patří leštění čelních ploch (zvláště u VBD pro obrábění hliníku), a zejména rektifikace řezných hran kartáčováním a pískováním. Řezné hrany jsou tímto postupem zaobleny v rozsahu 20 až 100 μm , což vede k jejich stabilizaci a k lepšímu ukotvení povlaku na břitech. Další úpravy VBD určených k následnému povlakování spočívají v jejich odmašťování, mechanickém čištění a kartáčování či pískování za účelem rektifikace břitů. [11]












1.2 Seznam značení břitových destiček

Sortiment používaných tvarů břitových destiček prošel dlouhým vývojem. Jejich sortiment je velice rozsáhlý a je neustále doplňován novými typy. Pro snadnější orientaci a vzájemnou zaměnitelnost bylo značení nejběžnějších vyměnitelných destiček mezinárodně sjednoceno normami ISO (ISO 1832). Tato norma je postupně doplňována o nové typy, které dosáhli většího rozšíření. Každá břitová destička má ve svém označení deset písmen, které udávají její tvarovou a rozměrovou přesnost a veškeré další parametry. Nejdůležitější parametry, které se na břitových destičkách uvádějí vždy, jsou první čtyři písmena. [1]

Celkový rozbor měřené břitové destičky se nachází v kapitole 4.1 viz tabulka 5.

1.2.1 Tvar vyměnitelných břitových destiček

Základní označení břitových destiček se skládá ze čtyř písmen. Každé písmeno označuje základní parametry břitové destičky podle ISO 1832. Na obr. 1.2 je označení jednotlivých tvarů VBD. Toto písmeno se uvádí jako první v označení břitové destičky.

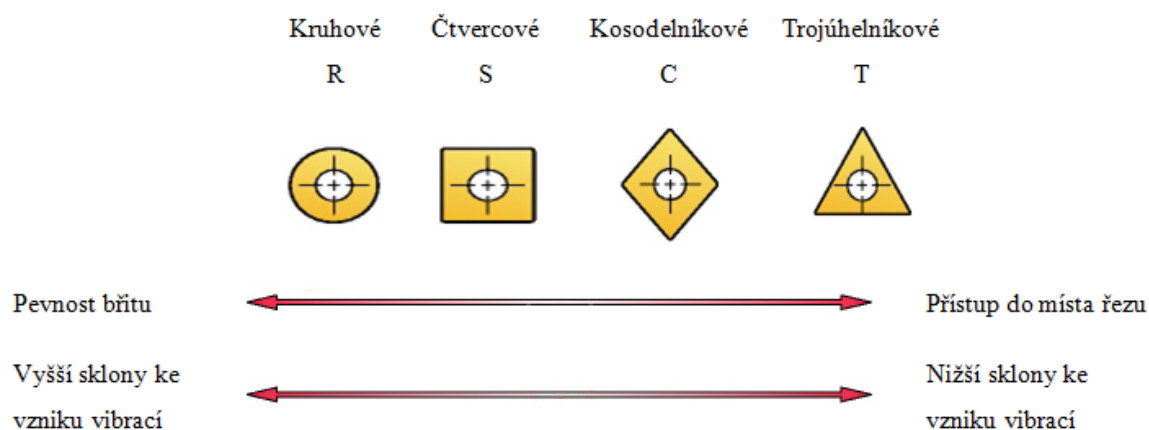
Označení	Tvar	Úhel špičky (stupně)	Obrázek
H	Šestistranné	120°	
O	Osmistranné	135°	
P	Pětistranné	108°	
S	Čtvercové	90°	
T	Trojúhelníkové	60°	
C	Kosočtvercové	80°	
D		55°	
E		75°	
F		50°	
M		86°	
V		35°	
Y	Tvar Y (symbol Tungaloy)	25°	
W	Trigon	80°	
L	Obdélníkové	90°	
A	Rovnoběžníkové	85°	
B		82°	
K		55°	
R	Kruhové	-	
1 Tvar			

Obr. 1.2 Označení tvaru břitové destičky podle ISO 1832 [10]

Tvar břitové destičky a úhel špičky se může v konečné fázi značně lišit, od trojúhelníkového tvaru s malým úhlem špičky až po kruhové břitové destičky.

Každý tvar nabízí specifické vlastnosti. Jedny disponují nejvyšší pevností potřebnou pro hrubovací operace, zatímco jiné umožňují nejlepší přístup do místa řezu při jemném vyvrtávání.

Každý tvar má také svá specifická omezení. Například dosažení velmi dobrého přístupu břitu do místa řezu během obrábění, s sebou nese snížení pevnosti řezné hrany, viz obr 1.3.




Obr. 1.3 Specifické vlastnosti jednotlivých tvarů VBD [13]

1.2.2 Úhel hřbetu VBD

Druhé písmeno v označení je úhel hřbetu VBD. Nejčastěji používané jsou destičky s úhlem hřbetu 0° , 11° a nyní též 7° . Destičky s nulovým úhlem hřbetu (označované jako negativní) je ovšem pro obrábění nutno upnout v nástroji tak, aby byl úhel hřbetu dodatečně vytvořen. Tím vzniká na nástroji záporný úhel čela se všemi negativními důsledky, které je možno někdy částečně kompenzovat předlisovaným utvářečem. Obrovskou výhodou negativních destiček je oboustranná použitelnost a tím dvojnásobný počet břitů. Viz obr. 1.4.

Symbol	Úhel hřbetu
A	3°
B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
G	30°
N	0°
P	11°
O	Ostatní
X	Speciální



2 Úhel hřbetu

Obr. 1.4 Označení úhlu hřbetu břitové destičky podle ISO1832 [10]

1.2.3 Tolerance VBD

Třetí písmeno v označení je požadovaná přesnost destičky, která závisí na typu nástroje a na požadované přesnosti výrobku. Přesné destičky je nutno použít pro osazení vícebřitých nástrojů (fréz) pro dokončování povrchu. U nástrojů jednobřitých je třeba zvážit, zda pro požadovanou přesnost výroby použití přesné a tedy drahé destičky odpadne nutnost seřizování nástroje. Pokud bude nutno nástroj stejně seřizovat na rozměr obrobku, je vhodné použít méně přesnou destičku. Viz obr. 1.5.

Označení	Tolerance (mm)		
	Výška špičky (m)	Tloušťka (s)	Průměr vepsané kružnice (ød)
A	±0.005	±0.025	±0.025
F	±0.005	±0.025	±0.013
C	±0.013	±0.025	±0.025
H	±0.013	±0.025	±0.013
E	±0.025	±0.025	±0.025
G	±0.025	±0.13	±0.025
J	±0.005	±0.025	±0.005 ~ ±0.13
K	±0.013	±0.025	±0.05 ~ ±0.13
L	±0.025	±0.025	±0.05 ~ ±0.13
M	±0.08 ~ ±0.18	±0.13	±0.05 ~ ±0.13
N	±0.08 ~ ±0.18	±0.025	±0.05 ~ ±0.13
U	±0.13 ~ ±0.38	±0.13	±0.08 ~ ±0.25
③ Přesnost			

Obr. 1.5 Označení tolerance hřbetu břitové destičky podle ISO1832 [10]

1.2.4 Typ (provedení) VBD

Čtvrtým písmenem se označuje typ destičky, který v sobě zahrnuje současně několik významů. Rozlišuje se zde, zda se jedná o destičku bez otvoru, s válcovým či kuželovým otvorem. Současně symbol rozlišuje destičky jednostranné, oboustranné a destičky bez utvářeče a s utvářečem. Viz obr. 1.6.

4 Typ				
Symbol	Otvor	Tvar otvoru	Utvařec	Tvar
N	Ne	-	Ne	
R			Jednostranný	
F			Oboustranný	
A	Ano	Cylindrický otvor	Ne	
M			Jednostranný	
G			Oboustranný	
W		Částečně cylindrický otvor, jednostranný 40° – 60° zapuštění	Ne	
T			Jednostranný	
Q		Částečně cylindrický otvor, oboustranný 40° – 60° zapuštění	Ne	
U			Oboustranný	
B		Částečně cylindrický otvor, jednostranný 70° – 90° zapuštění	Ne	
H			Jednostranný	
C		Částečně cylindrický otvor, oboustranný 70° – 90° zapuštění	Ne	
J			Oboustranný	
X	-	-	-	

Obr. 1.6 Označení typu břitové destičky podle ISO1832 [10]

Zbývajících šest písmen označují: Délku bříty, tloušťku, rádius špičky, označení geometrie bříty, provedení destičky a utvářeče třísky.

2. Analýza stávajícího stavu kontroly s vymezením výhod a nevýhod

Samotná výroba břitových destiček, je velice složitý a zdlouhavý proces. Aby byla zaručena vysoká kvalita výstupního výrobku, musí se neustále hlídat jeho rozměrová a tvarová přesnost. A to po každém z výše uvedených kroků. Jako je lisování, slinování, nebo broušení.

2.1 Kontrola procesu výroby

V kontrole procesu výroby je zahrnuta veškerá kontrola, po jednotlivých krocích. Výrobu břitových destiček jsem rozdělil do tří základních skupin. Po každé fázi výroby se přistupuje ke kontrole. Je to kontrola po lisování, kontrola po slinování a finální kontrola VBD.

2.1.1 Kontrola po lisování

Po rozemletí řezné a pojivové složky následuje sušení. Výsledný produkt je nazýván tvrdokovový granulát. Dalším krokem ve výrobě VBD je lisování.

Po lisování přichází na řadu první z mnoha kontrol, je to:

- kontrola tloušťky slisovaného materiálu,
- kontrola hmotnost slisovaného materiálu. [1]

2.1.2 Kontrola po slinování

Po lisování následuje další fáze výroby a tou je slinování. Po slinování prášek zhutní a smrští se.

Po dokončení slinování následují tři základní kontroly výrobku:

- kontrola tloušťky slinutého materiálu,
- kontrola vepsané kružnice – **Ic** (Inner circle),
- průměr otvoru slinutého materiálu (VBD mohou být i bez otvoru). [1]

2.1.3 Finální kontrola VBD

Po obroušení (dosedacích ploch, obvodové broušení) a úpravě řezné hrany, dostáváme finální výrobek. Na dokončené břitové destičce se kontrolují tyto základní parametry:

- kontrola rovinnosti BD,
- kontrola vepsané kružnice BD – **Ic**,
- kontrola tloušťka BD,
- kontrola výšky špičky BD – **m**,
- rádius špičky BD,
- kontrola úhel hřbetu BD. [1]

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na kontrolu dvou základních parametrů finální kontroly, a to na kontrolu vepsané kružnice **Ic** a na kontrolu výšky špičky **m**.

2.2 Měřidla používané při kontrole

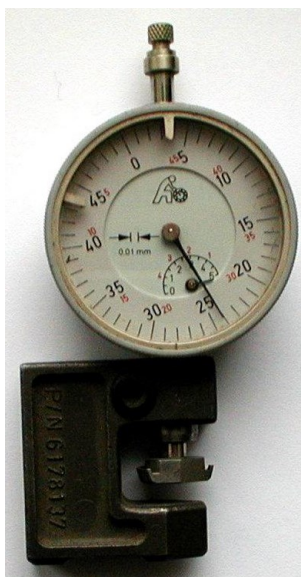
Podle zvoleného měřidla se odvíjí také přesnost měření, zde jsou hlavní měřidla používaná při kontrole.

2.2.1 Kontrola hmotnosti VBD

Kontrola hmotnosti je velice jednoduchá a provádí se na tenzometrických váhách. Pro přesné měření musí být místnost klimatizována a musí zde být udržována stálá teplota.

2.2.2 Kontrola tloušťky VBD

Kontrola tloušťky se může provádět různými měřidly. Jsou to například klasické mikrometry nebo millimary. Pro sofistikovanější měření se využívají indikátory, viz obr. 2.1.



Obr. 2.1 Indikátorové hodinky pro měření tloušťky [1]

Výhody – snadné použití, jednoduchá kalibrace, možnost přenášení, rychlost měření

Nevýhody – nepřesnost měření

2.2.3 Kontrola průměru otvoru

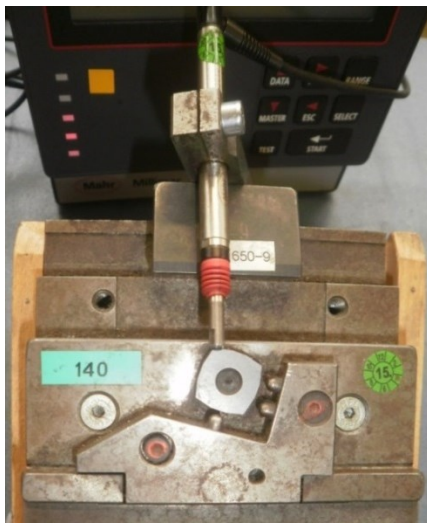
Pro kontrolu průměru otvoru břitové destičky, se nejčastěji využívají válečkové kalibry.

Výhody – snadné použití

Nevýhody – skladování kalibrů, náchylnost k nečistotám

2.2.4 Kontrola vepsané kružnice - Ic (inner circle)

Kontrola vepsané kružnice je nejčastěji prováděná kontrola u břitových destiček. Kontrola Ic se provádí jak v konečné fázi výroby, tak i v jednotlivých fázích. Kontrola se může provádět pasametrem nebo indikátory. Nejčastěji se však využívá kontrola pomocí millimaru, viz obr. 2.2. Tato kontrola spočívá v tom, že se do přípravku mezi tři diamantové špičky vloží etalon, podle kterého se přístroj nastaví. Po vložení břitové destičky je možno odměřit odchylku.



Obr. 2.2 Kontrola břitové destičky millimarem [1]

Výhody – rychlost měření, kompatibilita měřidla,

Nevýhody – možnost nepřesnosti měření

3. Racionalizace kontroly

V rámci racionalizace se budu věnovat procesu kontroly na třiceti břitových destičkách, které budu měřit na multisenzorovém snímacím zařízení od firmy Werth Messtechnik GmbH. Na těchto destičkách budu měřit dva hlavní parametry: Vepsanou kružnici **Ic** a výšku špičky **m**. Parametr **Ic** se měří u všech břitových destiček a je od něj možno odměřovat výšku špičky **m** břitové destičky.

3.1 Multisenzorová technika

Třísouřadnicový měřicí stroj od firmy Werth Messtechnik GmbH, je považován za absolutní špičkou v oblasti měření. Jeho variabilita a možnost automatického měření součástí přináší mnoho výhod. Jak ušetření času tak daleko větší přesnost měření. V dnešní době jsou tyto stroje vybaveny nepřeberným množstvím snímacích zařízení, jako jsou například dotykové snímače, laserové snímače, nebo bezdotykové snímače. Právě bezdotykové snímání jsem zvolil pro svou racionalizaci kontroly.

3.1.1 Bezdotykový snímací systém SMS

Bezdotykový systém snímání, je v dnešní době preferován, z důvodu své větší přesnosti. Tyto systémy zahrnují měření laserem, zpracováním obrazu nebo třeba pneumatickými snímači. [4] [8]

Senzory na zpracování obrazu, které jsem použil pro své měření, jsou v dnešní době na vzestupu, protože poskytují plně automatické měření i u komplikovaných dílů s nízké kontrastním povrchem. Toho je docíleno díky více typům osvětlení. Možnost tohoto využití lze rozšířit o již zmíněné dotykové senzory, lasery či mikrosondy, čímž flexibilita stroje posune zase dál a měření jsou přesnější. Zpracování optického obrazu viz obr. 5.2. [8]

3.2 Měřicí přístroj Werth VideoCheck

Měření VBD bylo prováděno na již více zmíněném měřicím stroji od firmy Werth Messtechnik GmbH. Přesněji je to stroj portálového typu se vzduchovými ložisky, která mu zajišťují velice plynulý pohyb a také to, že chyba měření je díky plynulému pohybu jen velice nepatrná. Portálové typy strojů, jsou určeny k měření spíše méně rozměrných součástí. Portál je vyroben ze svařence, na který jsou kladeny vysoké nároky na konstrukci a stabilitu. Musí být také velice tuhý z důvodu přesnosti měření, viz obr. 3.1.



Obr. 3.1 Měřicí přístroj Werth Videocheck [8]

3.2.1 Technická data stroje

Tabulka 1 – Měřicí vzdálenost (dosah) [1]

Jednotka/osa	[mm]	[inch]
X	400	16
Y	400	16
Z	200	8.31

Tabulka 2 - Plocha pro ustavení [1]

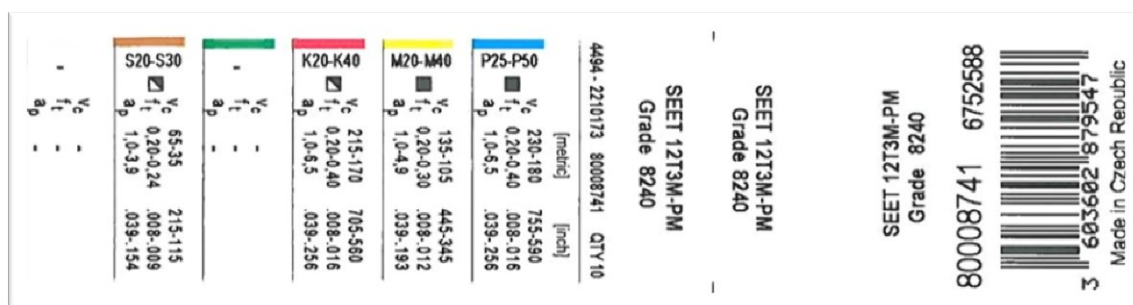
Jednotka/osa	[mm]	[inch]
Hloubka	1300	51
Šířka	1274	50
Výška	1940	76

4. Praktické ověření navrhované racionalizace

Své praktické měření, jsem prováděl ve firmě Pramet Tools, s.r.o., pod vedením Ing. Davida Kolaříka.

4.1 Měřená břitová destička

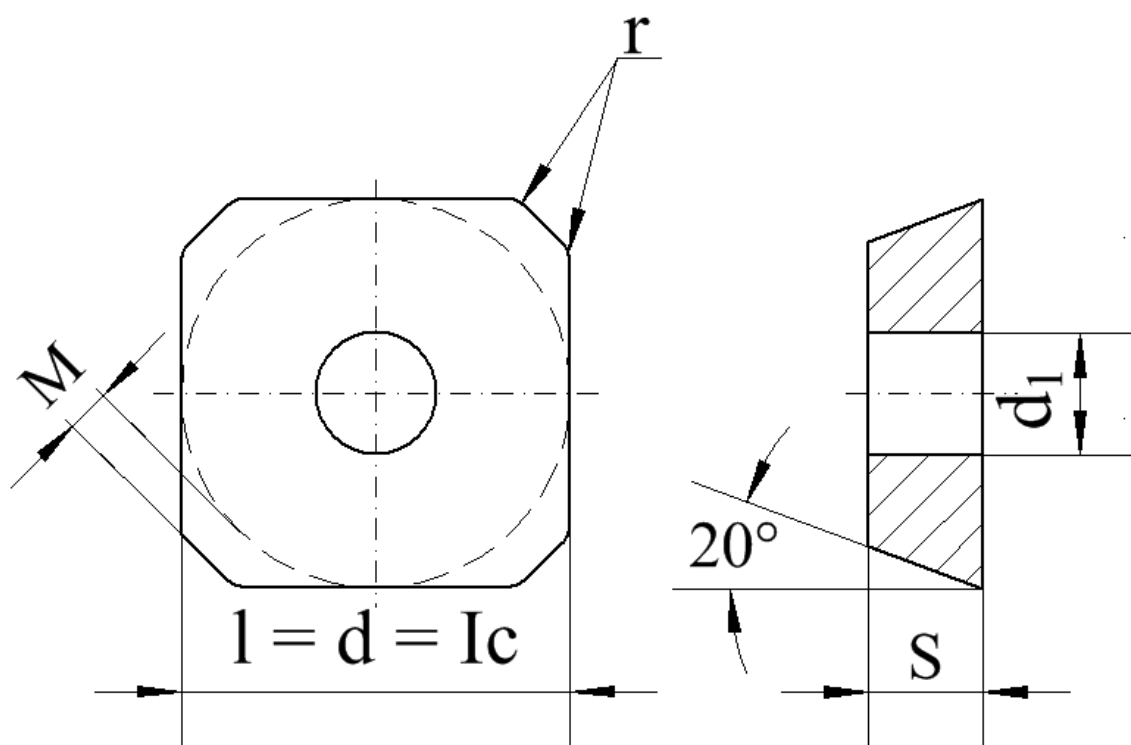
Měření jsem prováděl na třiceti břitových destičkách typu SEET 12T3M-PM, viz obr. 4.1. Jsou to frézovací destičky čtvercového typu. Celkový rozbor popisu štítku se nachází v tabulce 3. Rozměry destičky jsou v tabulce 4 a doporučené řezné podmínky viz tabulka 5.



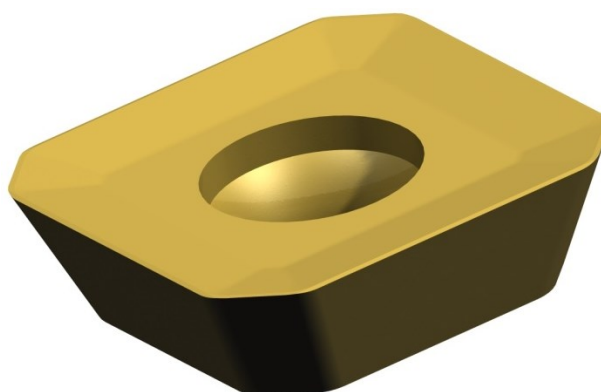
Obr. 4.1 Štítek z krabičky vyměnitelných destiček

Tabulka 3 - Rozbor popisu štítku

Informace uvedené na štítku	
SEET 12T3M-PM	Typ destičky
S	Čtvercový tvar
E	Úhel hřbetu (20°)
E	Tolerance rozměrů břitové destičky
T	Provedení
8240	Materiál destičky
80008741	Číslo výrobku
4494 - 2210173	Interní kód
v_c	Řezná rychlost [m/min]
f_t	Posuv na zub [mm]
a_p	Hloubka řezu [mm]



Obr. 4.2 Základní rozměry vyměnitelní destičky SEEM 12T3M-PM



Obr. 4.3 Destička narýsovaná v programu Inventor

Tabulka 4 – Rozměry destičky

Rozměry břitové destičky			
l [mm]	d [mm]	s [mm]	d1 [mm]
13,400	13,400	3,970	4,200

Tabulka 5 – Doporučené řezné podmínky destičky

Řezné podmínky břitové destičky			
posuv na zub [mm]		Hloubka řezu [mm]	
f min	f max	ap min	ap max
0,10	0,35	0,30	6,50

4.2 Naměřené hodnoty

Na VBD jsem měřil dvě hodnoty: **Ic** a **m**. A to na třiceti náhodně vybraných břitových destičkách jednoho typu. Chtěl jsem zjistit, zda pro přesné statistické údaje stačí naměřit pouze deset VBD, nebo musím použít naměřená data ze všech třiceti VBD. Proto jsem nejprve zpracoval naměřená data z prvních deseti VBD a následně ze všech třiceti.

Vyhodnocené údaje jsem následně porovnal a vyvodil závěry. Naměřené hodnoty vepsané kružnice se nacházejí v tabulkách 6 a 7. Naměřené hodnoty výšky špičky se nachází v tabulkách 8 a 9.

Tabulka 6 – Naměřené I_c pro prvních 10 destiček

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
1.	13,365
2.	13,370
3.	13,371
4.	13,372
5.	13,369
6.	13,38
7.	13,384
8.	13,370
9.	13,374
10.	13,382

Standardní nejistota u_A pro 10 naměřených hodnot I_c .

Pro pravděpodobnost 95,45%

$$k = 2$$

$$x = (\bar{x} \pm u_A)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = 13,374mm$$

$$u_A = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{10(10 - 1)}} = 0,00198mm$$

$$u = k \cdot u_A = 2 \cdot 0,00197 = 0,00396mm$$

$$I_{c10} = (13,3740 \pm 0,0040)mm$$

Tabulka 7 – Naměřené I_c pro zbylých 20 destiček

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
11.	13,372
12.	13,373
13.	13,377
14.	13,373
15.	13,373
16.	13,368
17.	13,371
18.	13,373
19.	13,373
20.	13,376

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
21.	13,378
22.	13,373
32.	13,374
24.	13,383
25.	13,375
26.	13,367
27.	13,375
28.	13,378
29.	13,371
30.	13,373

Standardní nejistota u_A pro 30 naměřených hodnot I_c .

Pro pravděpodobnost 95,45%

$$k = 2$$

$$x = (\bar{x} \pm u_A)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} x_i = 13,374 \text{ mm}$$

$$u_A = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (x_i - \bar{x})^2}{30(30-1)}} = 0,000827 \text{ mm}$$

$$u = k \cdot u_A = 2 \cdot 0,000827 = 0,00165 \text{ mm}$$

$$I_{c30} = (13,3740 \pm 0,0017) \text{ mm}$$

Tabulka 8 – Naměřené **m** pro prvních 10 destiček

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
1.	1,519
2.	1,52
3.	1,521
4.	1,512
5.	1,507
6.	1,519
7.	1,514
8.	1,519
9.	1,517
10.	1,514

Standardní nejistota u_A pro 10 naměřených hodnot m .

Pro pravděpodobnost 95,45%

$$k = 2$$

$$x = (\bar{x} \pm u_A)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = 1,516mm$$

$$u_A = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{10(10 - 1)}} = 0,00139mm$$

$$u = k \cdot u_A = 2 \cdot 0,00139 = 0,00278mm$$

$$\mathbf{m_{10} = (1,5160 \pm 0,0028)mm}$$

Tabulka 9 – Naměřené **m** pro zbylých 20 destiček

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
11.	1,516
12.	1,512
13.	1,516
14.	1,515
15.	1,512
16.	1,511
17.	1,516
18.	1,52
19.	1,507
20.	1,51

Pořadí destičky	Naměřená hodnota [mm]
21.	1,513
22.	1,513
32.	1,514
24.	1,511
25.	1,517
26.	1,515
27.	1,511
28.	1,518
29.	1,519
30.	1,511

Standardní nejistota u_A pro 30 naměřených hodnot m .

Pro pravděpodobnost 95,45%

$$k = 2$$

$$x = (\bar{x} \pm u_A)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} x_i = 1,155mm$$

$$u_A = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (x_i - \bar{x})^2}{30(30-1)}} = 0,000696mm$$

$$u = k \cdot u_A = 2 \cdot 0,000696 = 0,00139mm$$

$$\mathbf{m_{30} = (13,3740 \pm 0,0014)mm}$$

Tabulka 10 - Aritmetický průměr a medián pro všech 30 měřených VBD

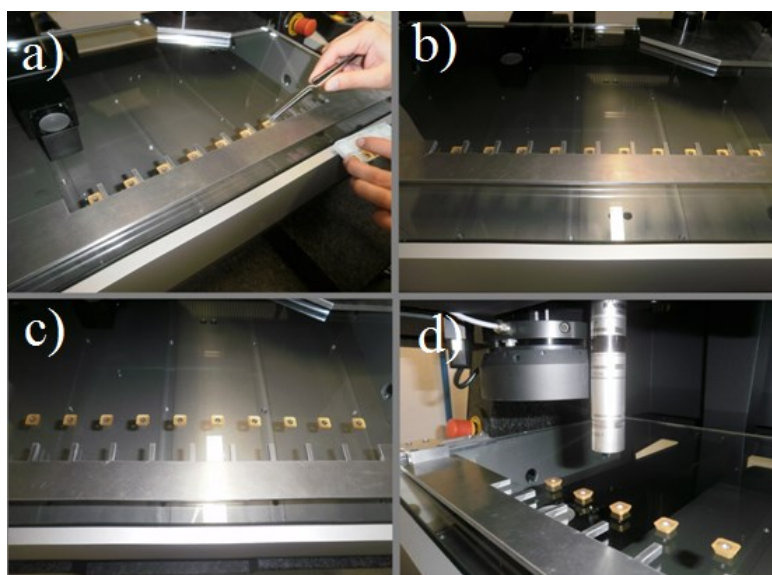
	Aritmetický průměr[mm]	Medián [mm]
Ic	13,3737	13,3730
m	1,5146	1,5135

Jmenovitá hodnota $I_c=13,4\text{mm}$ a jmenovitá hodnota $m=1,5\text{mm}$. Z aritmetického průměru, i z mediánu, viz tabulka 10, je tedy patrné, že hodnoty I_c jsou v průměru nižší, než je jejich jmenovitá hodnota. Tato odchylka je způsobena tím, že měřené destičky byly ještě před finálním povlakováním a broušením, proto byla spodní mezní úchylka přepočítána.

Výpis s programu měřicího stroje je přiložen v příloze B,C,D. Je zde vidět, že veškeré hodnoty jsou v toleranci. Jen pět naměřených hodnot m je mírně vychýleno od střední hodnoty. Ale i tyto hodnoty jsou v toleranci.

4.2.1 Fotodokumentace postupu měření

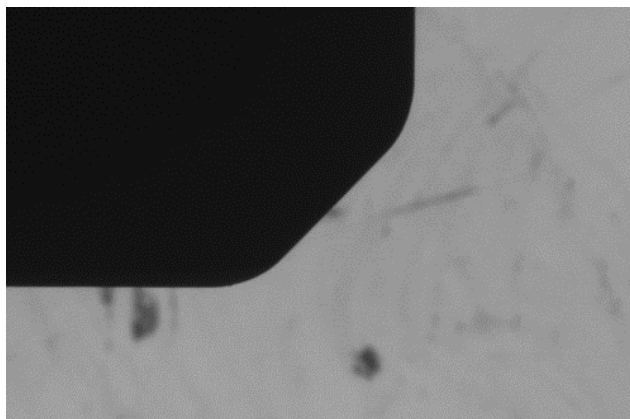
Na následujících fotografiích, viz obr. 4.4, je zachycen postup měření deseti břitových destiček, které se naskládají do přípravku. Měření probíhá automaticky.



Obr. 4.4 Fotodokumentace ke kontrole břitových destiček na multisenzorovém měřicím zařízení

a) Připravení destiček, b) Vysunutí přípravku, c) Odstranění přípravku, d) automatické měření destiček

Na obr. 4.5 se nachází řezná hrana břitové destičky SEET 12T3M-PM v optickém zvětšení Optické zvětšení zv 0-80mm_0.6x, které je dostačující pro tento tip měření.



Obr. 4.5 Optické zvětšení zv 0-80mm_0.6x

4.3 Statistické vyhodnocení naměřených dat

Naměřené hodnoty I_c jsem statisticky vyhodnotil. Vytvořil jsem Histogram, Regulační diagram pro individuální hodnoty X a klouzavé rozpětí R .

Nejdříve jsem diagramy vypsál pro deset naměřených VBD a následně pro všech třicet naměřených VBD. Oba výsledky jsem následně porovnal a vyvodil závěry, zda při příštím měření stačí vycházet z deseti destiček, nebo musíme měřit všech třicet břitových destiček.

Index způsobilosti procesu C_p

Je to mírou potenciální schopnosti procesu zajistit, aby sledovaný znak kvality byl uvnitř tolerančních mezí. Posuzuje se, jak se daný znak vleze do tolerancí.

Vzorec pro výpočet indexu způsobilosti procesu C_p [14]

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

USL – horní toleranční mez

LSL – dolní toleranční mez

σ – směrodatná odchylka

Index způsobilosti procesu C_{pk}

Zohledňuje jak variabilitu sledovaného znaku kvality, tak jeho polohu vůči tolerančním mezím.

Vzorec pro výpočet indexu způsobilosti procesu C_{pk} [14]

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{\mu - LSL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma} \right\}$$

USL – horní toleranční mez

LSL – dolní toleranční mez

σ – směrodatná odchylka

μ – střední hodnota sledovaného znaku kvality

Podmínka $C_{pk} \leq C_p$

Pokud jsou si hodnoty rovny, leží střední hodnota uprostřed tolerančních mezí.

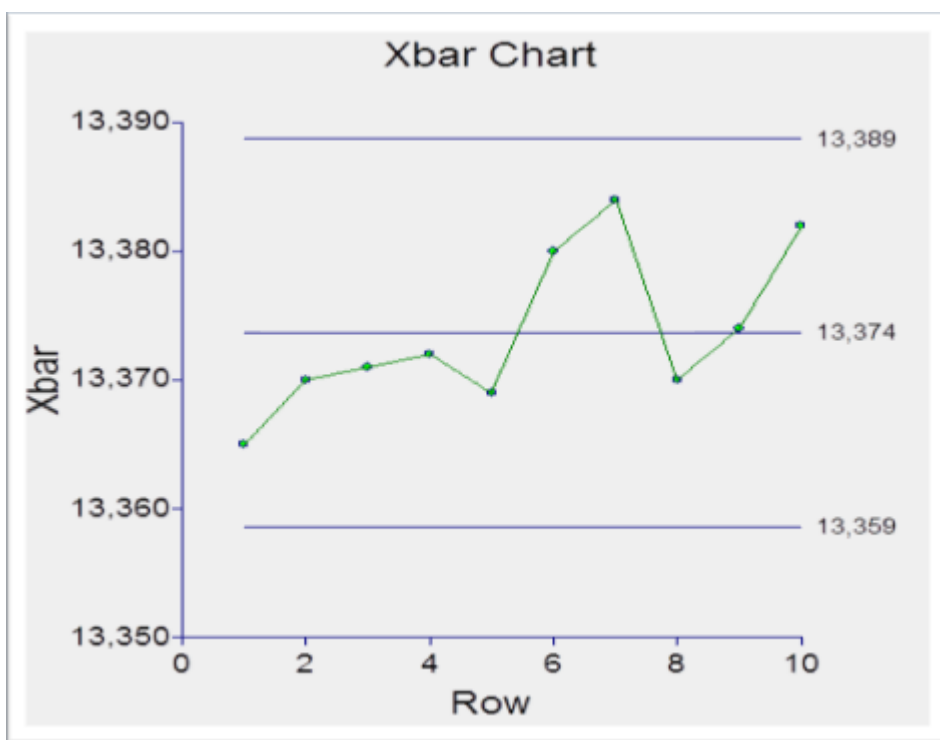
4.3.1 Vyhodnocení naměřených hodnot I_c pro 10 VBD

Data byla vyhodnocena v programu NCSS97.

Tabulka 11 – Hodnoty Center C_p a Center c_{pk} pro 10 naměřených kusů

Cp	1,658824
Cpk	0,942212

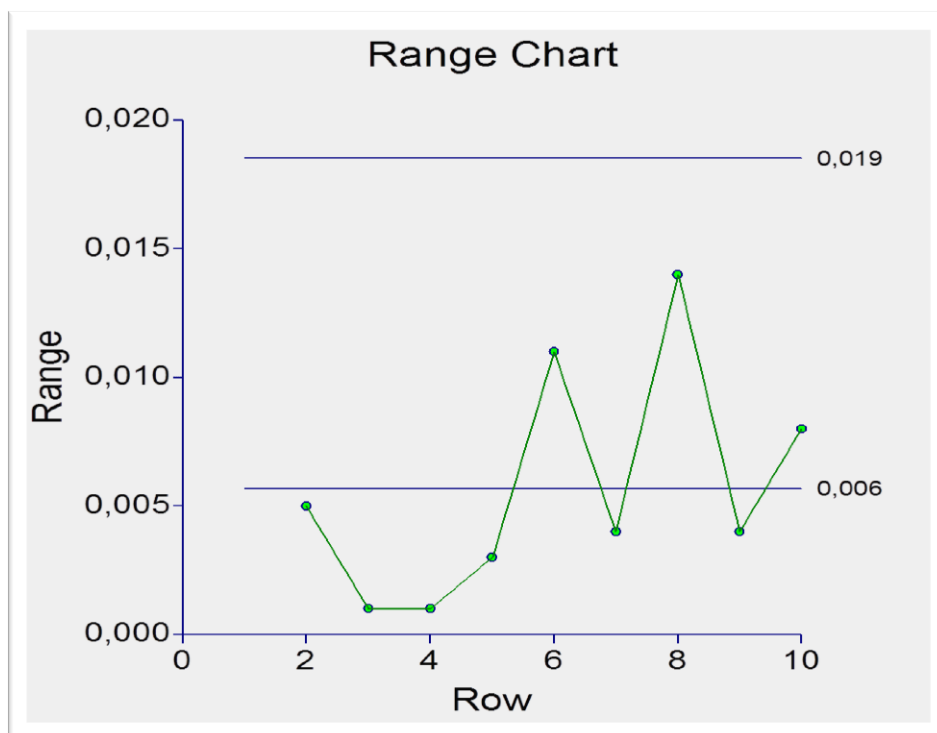
Pro deset naměřených hodnot I_c vidíme, že hodnota C_{pk} je menší než jedna, což naznačuje nezpůsobilost výrobního procesu, tato nezpůsobilost se projeví i v následujícím histogramu na obr. 4.6.



Obr. 4.4 Regulační diagram \bar{x} naměřených 10 kusů

Hodnoty na vodorovné ose zobrazují podskupiny a hodnoty na svislé ose zobrazují individuální hodnotu znaku kvality.

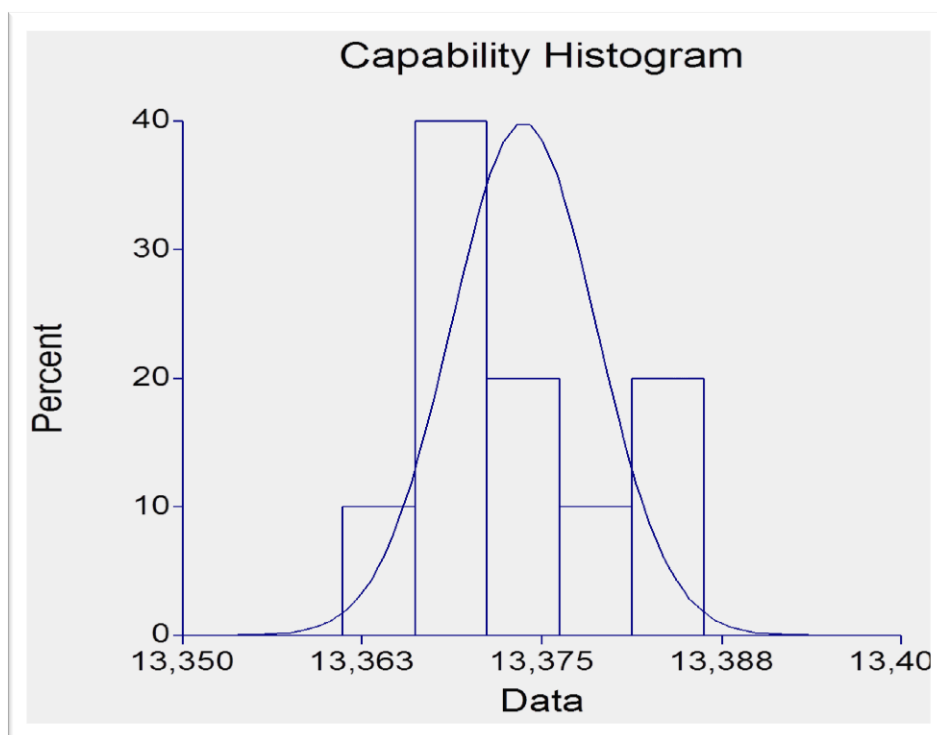
V regulačním diagramu pro deset naměřených hodnot, viz obr. 4.4, nebyly zaznamenány žádné trendy. Žádná hodnota nepřesahuje horní ani dolní regulační mez, proto lze proces označit za statisticky zvládnutelný.



Obr 4.5 Klouzavé rozpětí pro 10 naměřených kusů

Hodnota na vodorovné ose zobrazuje podskupiny a hodnota na svislé ose zobrazuje klouzavé rozpětí.

V diagramu klouzavého rozpětí pro deset naměřených hodnot, viz obr. 4.5, nebyly zaznamenány žádné trendy. Žádná hodnota nepřesahuje horní ani dolní regulační mez, proto lze proces označit za statisticky zvládnutelný.



Obr 4.6 Histogram pro 10 naměřených kusů

Vodorovná osa histogramu zobrazuje vložení data a svislá osa zobrazuje procenta zastoupení jednotlivých dat.

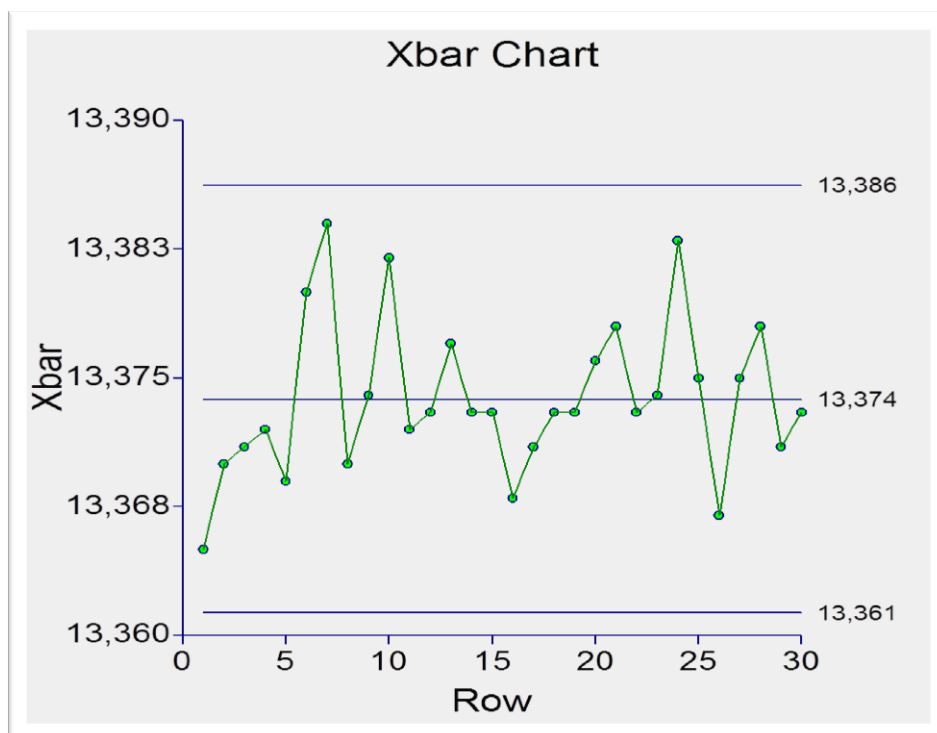
Histogram je odchýlen od střední hodnoty, viz obr. 4.6, což naznačuje nezpůsobilost výrobního procesu, tato nezpůsobilost se projevila i v indexu $C_{pk} < 1$. Z čehož vyplývá, že proces výroby není pod kontrolou. V tomto případě je však nepřesnost způsobeno nedostatkem vložených dat. Tento problém jsem vyřešil, vytvořením histogramu ze všech třiceti naměřených hodnot I_c .

4.3.2 Vyhodnocení naměřených hodnot I_c pro 30 VBD

Tabulka 12 – Hodnoty Center C_p a Center c_{pk} pro 30 naměřených kusů

Cp	2,024456
Cpk	1,143851

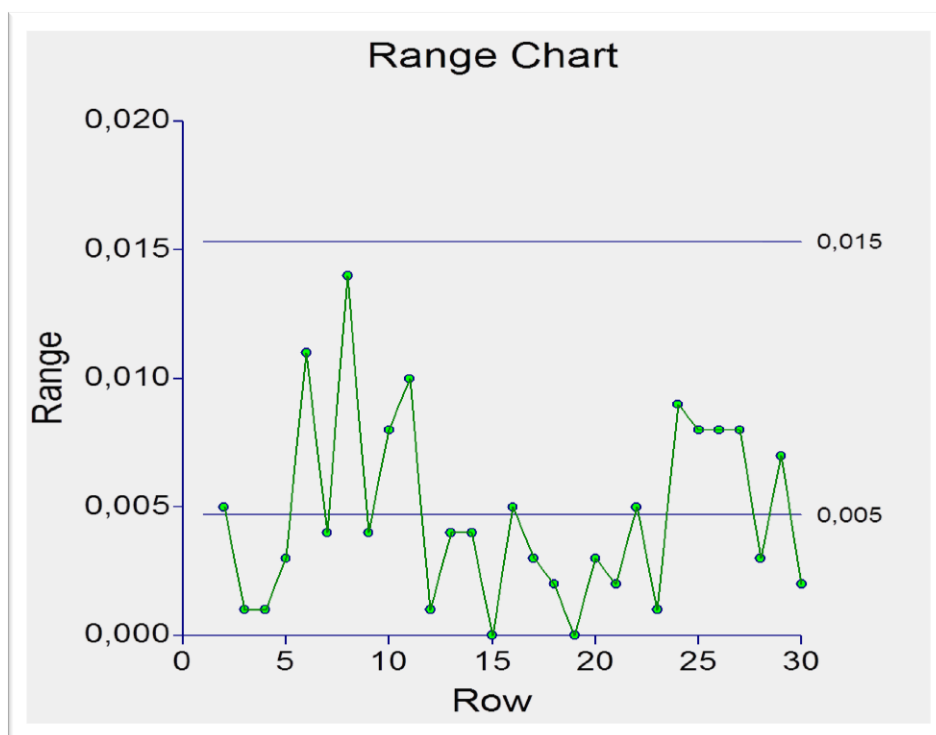
Pro třicet naměřených hodnot I_c se parametr C_p ještě více zpřesnil, přesněji na hodnotu 2,024 a parametr $C_{pk} > 1$, což nám zaručuje, že všechny měřené kusy jsou ustáleny mezi horní i dolní toleranční mezí a proces výroby je pod kontrolou.



Obr. 4.7 Regulační diagram \bar{x} naměřených 30 kusů

Hodnoty na vodorovné ose zobrazují podskupiny a hodnoty na svislé ose zobrazují individuální hodnotu znaku v podskupině.

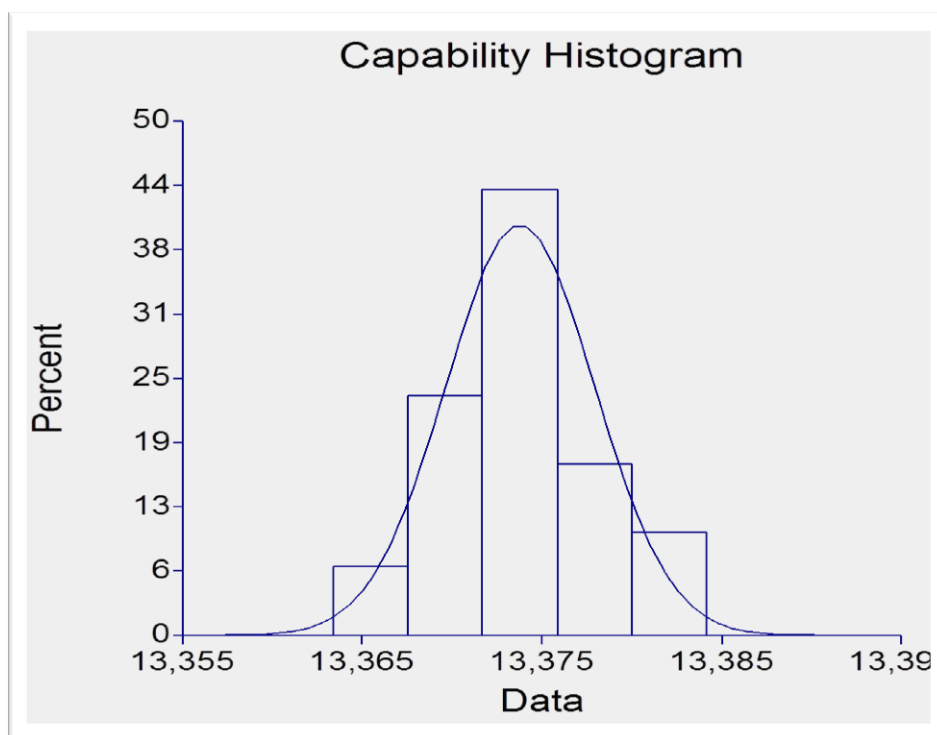
V regulačním diagramu pro třicet naměřených hodnot, viz obr. 4.7, nebyly zaznamenány žádné trendy. Žádná hodnota nepřesahuje horní ani dolní regulační mez, proto lze proces označit za statisticky zvládnutelný.



Obr. 4.8 Klouzavé rozpětí pro 30 naměřených kusů

Hodnota na vodorovné ose zobrazuje podskupiny a hodnota na svislé ose zobrazuje klouzavé rozpětí.

V diagramu klouzavého rozpětí pro deset naměřených hodnot, viz obr. 4.8, nebyly zaznamenány žádné trendy. Žádná hodnota nepřesahuje horní ani dolní regulační mez, proto lze proces označit za statisticky zvládnutelný.



Obr. 4.9 Histogram pro 30 naměřených kusů

Vodorovná osa histogramu zobrazuje vložení data a svislá osa zobrazuje procenta zastoupení jednotlivých dat.

Histogram se ustálil do zvonovitého tvaru, z čehož můžeme usuzovat, že na měření působily pouze náhodné vlivy. Hodnota $C_{pk} > 1$. Nyní můžeme konstatovat, že výrobní proces je statisticky zvládnutelný a je pod kontrolou.

5. Konečné zhodnocení

Měření bylo prováděno na frézovací destičce typu SEEM. Jedná se o čtvercovou frézovací destičku. Na této destičce jsem měřil dva hlavní parametry a to vepsanou kružnici - I_c (inner circle) a parametr m (výška špičky).

Jmenovitý rozměr $I_c=13,4\text{mm}$. Kde horní mezní úchylka $T_h=0,01\text{mm}$ a spodní mezní úchylka $T_d=-0,0405\text{mm}$.

Spodní mezní úchylka je větší, protože břitová destička byla měřena ještě před povlakováním a před broušením, takže hodnota na výkrese se neshodovala s naměřenou hodnotou. Proto byla spodní mezní úchylka přepočítána. Celkový postup měření břitových destiček se nachází v tabulce 15.

Pro měření těchto destiček jsem zvolil bezdotykový snímací systém, který je v dnešní době preferován, z důvodu velké přesnosti a rychlosti měření.

Nejprve jsem zpracovával data pro naměřenou hodnotu I_c z deseti VBD a následně pro všech třicet destiček. Vytvořil jsem histogram, dále regulační diagram a diagram pro klouzavé rozpětí.

Při analýze pouze deseti VBD byl nalezen problém v histogramu, který značil nezpůsobilost výrobního procesu, která byla způsobena nedostatkem vložených dat. Tato nezpůsobilost se projevila i v indexu způsobilosti $C_{pk} < 1$. Proto jsem podrobil analýze všech třicet naměřených VBD. V tomto případě nebyly v regulačním diagramu nalezeny žádné nečekané situace a histogram se ustálil do zvonovitého tvaru. Z čehož vyplívá, že na něj působí pouze náhodné příčiny variability. Hodnota C_p se ještě více zpřesnila a hodnota C_{pk} byla větší než jedna, proto byl proces označen za statisticky zvládnutelný a pod kontrolou.

Kdyby se objevily nepřesnosti měření, v první řadě bych navrhoval kalibraci měřicího přístroje a následný výpočet indexů způsobilosti měřidla pomocí daného postupu a daných vzorců. Dalším návrhem by pak bylo navýšení počtu testovaných vzorků z 30 na 50, z důvodu nalezení možných nedostatků, které se při nižším počtu vzorků nemusí projevit.

5.1 Časová náročnost měření na SMS

Tabulka 13 - časová náročnost měření

Fáze měření			
Krok	Operace	Popis operace	čas [min]
1	Připravení destiček	Do přípravku se naskládá deset břitových destiček. S destičkami se manipuluje pouze pinzetou, aby nedošlo k nepřesnostem v měření.	2
2	Vysunutí přípravku	Přípravek se vysune na měřicí plochu stroje. Následně se zkontroluje, zda destičky doléhají do rohů přípravku.	1
3	odstranění přípravku	Po umístění břitových destiček na stůl se přípravek odsune zpět na kraj měřicí plochy. Destičky tak volně leží na měřicím stole.	0,1
4	Nastavení optiky	Optika se může nastavovat ručně, nebo automaticky. Zvolíme nejvhodnější přiblížení a pod světlení destiček, aby bylo osvětlení pro vizuální senzor co nejlepší s velkým kontrastem.	5
5	Nastavení programu	Nejprve se sondou najede nad první destičku a zjistí se její referenční body. Následně se najede do jejího pravého dolního rohu a spustí automatický program měření. Dále se nastaví posuv o další měřenou destičku.	10
6	Spuštění programu	Program následně automaticky změří všech deset naskládaných břitových destiček.	10
7	uložení dat	Naměřená data se automaticky uloží do připravené tabulky v programu Excel.	0,1
8	odebrání destiček	Naměřené destičky se pinzetou vrátí zpět do krabičky	1
			$\Sigma=29,2$

Celková doba měření deseti břitových destiček byla 29 minut a 12 sekund. Pro měření dalších destiček, vynecháváme v postupu krok 4 a krok 5. Nastavení optiky a programu necháváme nastaveno stejně, proto každé další měření trvá 14 minut a 12 sekund.

Celková doba měření třiceti destiček proto byla 57 minut 36 sekund. Čas by se dal opakovanou praxí zmenšit o dalších 20 minut.

6. závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval racionalizací procesu kontroly břitových destiček, ze slinutého karbidu.

Ve firmě Pramet Tools, s.r.o, jsem analyzoval stávající stav této kontroly. A následně jsem se zaměřil na racionalizaci finální kontroly VBD. Pro tuto racionalizaci jsem vybral přístroj od Německé firmy Werth Messtechnik GmbH, který se nachází na pracovišti firmy Pramet Tools, s.r.o. Přesněji je to stroj Werth Videocheck. Na tomto stroji jsem na třiceti náhodně vybraných břitových destiček typu SEET 12T3M-PM, měřil dva základní parametry **Ic** a **m**.

Pro ověření spolehlivosti své navrhované racionalizace, jsem následně statisticky vyhodnotil naměřená data. Z konečného vyhodnocení vyplívá, že proces kontroly je statisticky zvládnutelný a je pod kontrolou.

Navrhovaná racionalizace procesu kontroly se osvědčila. Je možno za kratší čas otestovat větší počet břitových destiček a to i s větší přesností. Navíc navrhovaná racionalizace na přístroji Werth Videocheck umožňuje nastavit automatické měření, díky kterému je měření usnadněno. Nevýhodou této racionalizace může být snad jen pořizovací cena přístroje a nutnost kvalifikované obsluhy přístroje.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mé vedoucí práce Ing. Šárce Tiché, Ph.D. za odbornou pomoc, při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Pramet Tools s.r.o. a jmenovitě Ing. Davidu Kolaříkovi, za poskytnutí materiálů a odbornou pomoc při vypracování bakalářské práce.

7. Seznam použité literatury

- [1] Interní dokumenty firmy Pramet Tools, s.r.o.
- [2] SANDVIK [online] dostupné z: http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/cutting_tool_materials/coated_cemented_carbide/pages/default.aspx
- [3] KANNAMETAL A RODEKA [online] Dostupné z: <http://www.prumysl.cz/nove-revolucni-vymenitelne-frezovaci-desticky-od-firmy-kennametal-rodeka-a-rodeka-8/>
- [4] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie – část 1*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 112 s. ISBN 80-248-0672-X.
- [5] PRAMET TOOLS, s.r.o. [online]. [cit. 19.1.2015]. dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/o-spolecnosti/integrovaný-system-řízení.html>
- [6] PRIMA BILAVČÍK, s.r.o. [online] [cit. 19.1. 2015] dostupné z: <http://www.merici-pristroje.cz/werth-1/>
- [7] Sláma Josef [online]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/snimaci-technologie.html>
- [8] CHRISTOPH, R.; NEUMANN, H. J. *Multisenzorová souřadnicová měřicí technika*. Uherské Hradiště: PRIMA Bilavčík, s.r.o., 2008.
- [9] WERTH MESSTECHNIK GmbH [online] dostupné z: <http://www.werth.de/de/navigation/ueber-uns/unternehmen.html>
- [10] TAC VBD [online]. Dostupné z: http://www.tungaloy.co.jp/cz/products/catalog/02_TAC_Inserts_cs.pdf
- [11] Bc. Rudolf Pavelka [online]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=28233
- [12] [online]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/KrishnarajVijayan/tool-material-25833704>
- [13] SANDVIK [online]. Dostupné z: <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/boring/how-to-achieve-good-hole-quality/selection-of-inserts/insert-shape/pages/default.aspx>
- [14] HUTYRA, MILAN A KOL. *Managemant jakosti*. Ostrava: VŠB – TUO, 2007, 209 s. ISBN 978-80-248- 1484-1

8. Seznam příloh

Příloha A Kalibrační list č.AKL-DM-3464/13

Příloha B Výstupní protokol měřicího přístroje pro 1.-10. naměřený kus

Příloha C Výstupní protokol měřicího přístroje pro 11.-20. naměřený kus

Příloha D Výstupní protokol měřicího přístroje pro 21.-30. naměřený kus

Příloha A Kalibrační list č.AKL-DM-3464/13



PRIMA BILAVČÍK, s.r.o.

Kalibrační laboratoř
9. května 1182
688 01 Uherský Brod
Česká republika



KALIBRAČNÍ LIST č.AKL-DM-3464/13

Datum vystavení kal. listu: 28.6.2013

List 1 z 12 listů

Ing. Petr Žáček
technický vedoucí KL



Zadavatel : Pramet Tools, s.r.o.
Uničovská 2
Šumperk

Měřidlo : Werth Video-Check IP 3D CNC

Výrobce : Werth Messtechnik GmbH

Výrobní číslo : 13-00005

Použité etalony : Skleněné měřítko (evidenční číslo MD-PB-056) zkalibrováno v SMU Bratislava dne 31.8.2007, Kalibrační list č.348/210/111/07. Stupňová měrka KOBÁ (evidenční číslo MD-PB-027) zkalibrována v ČMI OI Praha dne 18.11.2011, Kalibrační list č.8015-KL-S0271-11. Dig. teploměr (evidenční číslo MTV-PB-075) zkalibrován ve firmě MEROS spol. s r.o. dne 9.12.2010, Kalibrační list č.8462F/10.

Prohlášení KL : Použité měřidla a další přístroje mají zajištěnou návaznost na národní etalony primárních laboratoří nebo etalony akreditovaných laboratoří.

Podmínky měření : Teplota: (19÷23)°C

Metoda měření : Měření se uskutečnilo podle kal. postupu č.KP-PB-21/11

Nejistota měření : $U=(3+4L)\mu m$ L...jmenovitá délka v m
Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

Výsledek měření : viz. Kalibrační listy č. 2÷12

Kalibraci provedl
Ve f. Pramet Tools, s.r.o.

: Mlýnek Petr
: 17.6.÷18.6.2013



Kalibrační list nesmí být bez písemného svolení laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu stran. Změny a doplňky mohou být provedeny pouze laboratoří, která dokument vystavila. Výsledky měření platí pouze pro měřidla uvedená v kalibračním listu. Doba archivace 10 let.

TEL.: +420 572 630 470 FAX: +420 572 637 185 www.merici-pristroje.cz IČO: 26227631 DIČ: CZ26227631

Príloha B Výstupní protokol měřicího přístroje pro 1.-10. naměřený kus

werth

Messtechnik

PRAMET

Zakázka:

6752588

Spec.:

SEET 12T3M-PM; 8240

Měřil:

Grygar

Datum:

25.2.2015

Čas:

&t

Uničovská 2

787 53 Šumperk

www.pramet.com

Rozměr	Hodnota		Tolerance		Úchylka		Graf	Název
	Naměřená	Jmenovitá	Horní	Dolní	Absolutní	Přes tol		
##### Spustit Automatický režim: V:\Vyroba\WERTH\Programy\DAVID\Diplomka\dipl.dms								
#### Temperaturkompensation=0.0000000000 k								
D	13,365	13,400	0,010	-0,041	-0,035	0,000		IC
X	1,519	1,500	0,025	-0,025	0,019	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 1/10								
D	13,370	13,400	0,010	0,041	-0,030	0,000		IC
X	1,520	1,500	0,025	-0,025	0,020	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 2/10								
D	13,371	13,400	0,010	0,041	-0,029	0,000		IC
X	1,521	1,500	0,025	-0,025	0,021	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 3/10								
D	13,372	13,400	0,010	0,041	-0,028	0,000		IC
X	1,512	1,500	0,025	-0,025	0,012	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 4/10								
D	13,369	13,400	0,010	0,041	-0,031	0,000		IC
X	1,507	1,500	0,025	-0,025	0,007	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 5/10								
D	13,380	13,400	0,010	0,041	-0,020	0,000		IC
X	1,519	1,500	0,025	-0,025	0,019	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 6/10								
D	13,384	13,400	0,010	0,041	-0,016	0,000		IC
X	1,514	1,500	0,025	-0,025	0,014	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 7/10								
D	13,370	13,400	0,010	0,041	-0,030	0,000		IC
X	1,519	1,500	0,025	-0,025	0,019	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 8/10								
D	13,374	13,400	0,010	0,041	-0,026	0,000		IC
X	1,517	1,500	0,025	-0,025	0,017	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 9/10								
D	13,382	13,400	0,010	0,041	-0,018	0,000		IC
X	1,514	1,500	0,025	-0,025	0,014	0,000		M
##### Smyčka ukončena: 10/10								
##### Zastavit Automatický režim								

Příloha C Výstupní protokol měřicího přístroje pro 11.-20. naměřený kus

PRAMET

Zakázka:		Datum:	25.2.2015	Uničovská 2
Spec.:		Čas:	&t	787 53 Šumperk
Měřil:	Grygar			www.pramet.com

Rozměr	Hodnota		Tolerance		Úchylka		Graf	Název		
	Naměřená	Jmenovitá	Horní	Dolní	Absolutní	Přes tol				
##### Spustit Automatický režim: V:\Vyroba\WERTH\Programy\DAVID\Diplomka\dipl.dms										
#### Temperaturkompensation=0.000000000 k										
D	13,372	13,400	0,010	-0,041	-0,028	0,000		IC		
X	1,516	1,500	0,025	-0,025	0,016	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 1/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,512	1,500	0,025	-0,025	0,012	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 2/10										
D	13,377	13,400	0,010	0,041	-0,023	0,000		IC		
X	1,516	1,500	0,025	-0,025	0,016	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 3/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,515	1,500	0,025	-0,025	0,015	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 4/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,512	1,500	0,025	-0,025	0,012	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 5/10										
D	13,368	13,400	0,010	0,041	-0,032	0,000		IC		
X	1,511	1,500	0,025	-0,025	0,011	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 6/10										
D	13,371	13,400	0,010	0,041	-0,029	0,000		IC		
X	1,516	1,500	0,025	-0,025	0,016	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 7/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,520	1,500	0,025	-0,025	0,020	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 8/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,507	1,500	0,025	-0,025	0,007	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 9/10										
D	13,376	13,400	0,010	0,041	-0,024	0,000		IC		
X	1,510	1,500	0,025	-0,025	0,010	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 10/10										
##### Zastavit Automatický režim										

Příloha D Výstupní protokol měřicího přístroje pro 21.-30. naměřený kus

PRAMET

Zakázka:		Datum:	25.2.2015	Uničovská 2
Spec.:		Čas:	&t	787 53 Šumperk
Měřil:	Grygar			www.pramet.com

Rozměr	Hodnota		Tolerance		Úchylka		Graf	Název		
	Naměřená	Jmenovitá	Horní	Dolní	Absolutní	Přes tol				
##### Spustit Automatický režim: V:\Vyroba\WERTH\Programy\DAVID\Diplomka\dipl.dms										
##### Temperaturkompensation=0.000000000 k										
D	13,378	13,400	0,010	-0,041	-0,022	0,000		IC		
X	1,513	1,500	0,025	-0,025	0,013	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 1/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,027	0,000		IC		
X	1,513	1,500	0,025	-0,025	0,013	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 2/10										
D	13,374	13,400	0,010	0,041	-0,026	0,000		IC		
X	1,514	1,500	0,025	-0,025	0,014	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 3/10										
D	13,383	13,400	0,010	0,041	-0,017	0,000		IC		
X	1,511	1,500	0,025	-0,025	0,011	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 4/10										
D	13,375	13,400	0,010	0,041	-0,025	0,000		IC		
X	1,517	1,500	0,025	-0,025	0,017	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 5/10										
D	13,367	13,400	0,010	0,041	-0,033	0,000		IC		
X	1,515	1,500	0,025	-0,025	0,015	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 6/10										
D	13,375	13,400	0,010	0,041	-0,026	0,000		IC		
X	1,511	1,500	0,025	-0,025	0,011	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 7/10										
D	13,378	13,400	0,010	0,041	-0,022	0,000		IC		
X	1,518	1,500	0,025	-0,025	0,018	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 8/10										
D	13,371	13,400	0,010	0,041	-0,029	0,000		IC		
X	1,519	1,500	0,025	-0,025	0,019	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 9/10										
D	13,373	13,400	0,010	0,041	-0,028	0,000		IC		
X	1,511	1,500	0,025	-0,025	0,011	0,000		M		
##### Smyčka ukončena: 10/10										
##### Zastavit Automatický režim										

..